

ПОКАЗАТЕЛИ НАДЕЖНОСТИ И ДОЛГОВЕЧНОСТИ ВЫСОКОПРОЧНЫХ СТАЛЕЙ ПОСЛЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ И ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

Юркевич М.Р., Попелюх П.И., Адамов Д.А., Захаров С.В.

Руководитель: к.т.н., доц. Попелюх А.И.

Новосибирский государственный технический университет, г.Новосибирск,
yurkevichmary@gmail.com

Предложен технологический процесс упрочнения заготовок из стали 40Х2Н2МА, сочетающий операции деформации в горячем виде с последующей высокотемпературной термомеханической обработкой с мартенсито-бейнитным превращением аустенита. По сравнению с традиционной технологии закалки предложенная термомеханическая обработка позволяет повысить показатели износостойкости и ее сопротивление усталостному разрушению.

Создание новых буровых ударных установок и машин ударного действия является сложной научно-технической задачей. Высокий уровень и динамический характер действующих нагрузок, контакт деталей с разрушаемой горной породой и агрессивными средами приводит быстрому выходу ударных машин из строя. Практика показывает, что повышение мощности и надежности ударных машин при одновременном уменьшении их габаритов, снижения материалоемкости и повышения коэффициента полезного действия, невозможно без использования новых материалов, обладающих высокой конструктивной прочностью в условиях многократного воздействия на них ударных импульсов большой мощности. Один из возможных способов получения высоких показателей конструктивной прочности, трещиностойкости и износостойкости деталей горного оборудования заключается в формировании в стали смешанных высокопрочных структур, которые могут быть получены новыми видами термомеханической обработки [1].

На кафедре материаловедения в машиностроении НГТУ разработан новый способ комбинированной высокотемпературной термомеханической обработки стали (ВТММБ), обеспечивающий сочетание в ней высоких показателей прочности, ударной вязкости и трещиностойкости. Суть технологического процесса ВТММБ заключается в следующем: стальные заготовки нагревают до температуры аустенитизации и деформируют, в результате чего в стали формируется структура мелкозернистого аустенита. После деформации заготовки охлаждают с высокой скоростью в расплаве селитры до температуры T_p , находящейся между температурами начала и окончания мартенситного превращения. В условиях переохлаждения происходит частичный распад аустенита с образованием в стали определенного количества мартенсита. Финальная стадия термической

обработки заключается в нагреве заготовки до температуры промежуточного превращения $T_{из}$, при которой оставшийся аустенит превращается в структуру нижнего бейнита, а образовавшийся ранее мартенсит отпускается (рис. 1) [2].

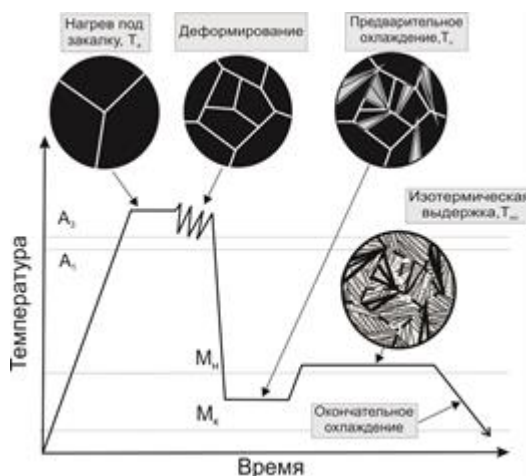


Рис. 1. Схема высокотемпературной термомеханической обработки со смешанным мартенсито-бейнитным превращением аустенита

Цель данной работы заключалась в оценке показателей надежности и долговечности высокопрочных сталей после термической и термомеханической обработки.

Для упрочнения стали применяли два вида обработки – традиционную технологию закалки с отпуском и перспективный технологический процесс термомеханической обработки со смешанным мартенсито-бейнитным превращением аустенита.

В качестве материала для исследования была использована конструкционная легированная сталь марки 40X2H2MA. Для упрочнения стали применяли два вида обработки – традиционную технологию закалки с отпуском и перспективный технологический процесс термомеханической обработки со смешанным мартенсито-бейнитным превращением аустенита. Технология ВТММБ нагрев до аустенитной области, выдержка 20 минут. Затем образцы в горячем состоянии подвергались пластической деформации (осадка в прессе 30%) с последующим охлаждением в селитровой ванне. На последнем этапе термообработки образцы подвергались выдержки при температуре 350 °С и выдерживались при этой температуре в течение одного часа.

Для оценки сопротивления усталостному разрушению при действии знакопостоянной нагрузки были проведены испытания плоских образцов с концентратором напряжения. Усталостные испытания проводили на универсальном сервогидравлическом испытательном комплексе «Instron 8801». Определение показателей износостойкости стали производили на машине трения ИИ 5018 в условиях трения скольжения по схеме диск/плоскость.

Испытания образцов показали, что высокотемпературная термомеханическая обработка с мартенсито – бейнитным превращением аустенита обеспечивает высокое сопротивление усталостному разрушению. Показатели долговечности образцов, упрочненных по технологии ВТММБ по сравнению с закаленной и отпущенной стали гораздо выше (с 86400 до 500700 циклов). Износостойкость стали так же увеличивается, а именно с 1 после классической обработки, до 4,16 после ВТММБ. Исследование топографии поверхности лунок изнашивания показали, что поверхности изнашивания образцов упрочненных закалкой с отпуском имеет высокую шероховатость R_a -1,081 мкм (средний показатель по результатам измерений в пяти местах). Шероховатость поверхности изнашивания стальных образцов, упрочненных по предложенной технологии в 2.5 раза ниже (R_a - 397 мкм). Столь существенные различия в показателях износостойкости стали, упрочненной различными способами термической и термомеханической обработки могут быть объяснены тем, что при сопоставимых прочностных характеристиках и твердости, сталь, упрочненная по технологии высокотемпературной термомеханической обработки обладает более высоким сопротивлением разрушению при динамических и циклических нагрузках.

Совмещение операций горячей объемной штамповки с высокотемпературной термомеханической обработкой с мартенсито-бейнитным превращением аустенита (ВТММБ) позволяет обеспечить увеличение показателей износостойкости и долговечности. Усталостная долговечность образцов, упрочненных по технологии ВТММБ, почти в 6 раз превышает аналогичные показатели закаленной и отпущенной стали. Также термомеханическая обработка обеспечивает высокие показатели износостойкости в паре трения со сталью при смазывании минеральным маслом.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Попелюх А. И., Батаев А. А., Теплых А. М., Огнев А. Ю., Головин Е. Д. Способ термической обработки инструментальной стали со смешанным мартенсито-бейнитным превращением аустенита //Сталь.-2011.- №4.- С.69-73.
2. Попелюх П.А., Попелюх А.А., Юркевич М.Р. Комбинированная термомеханическая обработка стали с мартенсито – бейнитным превращением аустенита //Обработка металлов. – 2013. - №2. – С.62-67.